

менения противодействия и особенностей изготовления входной кромки отверстия.

Библиографический список

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.

2. ГОСТ 8.586.5-2005. Методика выполнения измерений. Измерений расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. М.: Стандартинформ, 2007.10 с.

УДК 621.438.253.5

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА БОКСА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ОТ ГОРЯЧЕГО КОРПУСА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 Д.А. Замалиева, А.В. Волкова, А.В. Гимбицкий

Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева -КАИ

THERMAL PROTECTION OF GAS-COMPRESSOR UNIT BOX FORM HOT CASE OF GAS-TURBINE ENGINE

Zamalieva D.A., Volkova A.V., Gimbitskii A.V. (Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev— KAI, Kazan, Russian Federation)

Has been considered the studying of problems that appear if Gas Turbine engine used as a part of Gas Pumping Plant. Have been presented ways to organize protection of surrounding space for the block-container: ventilation system, heat insulation, screening and the studies in that area.

В настоящее время в связи с совершенствованием газотурбинных двигателей (ГТД), а следовательно, с увеличением таких параметров, как степень повышения давления в компрессоре π_k^* и температура газа перед турбиной T_{Γ}^* , всё большее значение приобретают методы тепловой защиты окружающего пространства, а также узлов и деталей обвязки двигателя.

Данная проблема является особенно актуальной при использовании ГТД, работающих в стационарном режиме, т.к. в данном случае имеется ряд особенностей таких, как отсутствие естественного обдува корпуса двигателя набегающим потоком воздуха при полёте самолёта; непрерывность работы в течение длительного времени на стационарном теплонапряжённом режиме; расположение двигателя в тесном, замкнутом пространстве отсека (контейнер-бокс).

На современных газоперекачивающих агрегатах (ГПА) газотурбинные установки монтируются в отдельные шумо-теплозащитные кожухи (КШТ) для обеспечения требований безопасности эксплуатации, а также снижения шума. Как известно, работа

ГТУ связана с высокими температурами и высокими тепловыми выделениями, которые могут вывести из строя вспомогательные системы, размещённые в кожухе, негативно сказаться на аварийной устойчивости агрегата и негативно повлиять на экологическую обстановку на предприятии и, как следствие, условия труда персонала станции. Имеющиеся разработки в этой области частично решают эти проблемы.

Исследования теплопереноса в боксе, проведенные авторами в работе [1] показали, что при естественной конвекции с увеличением числа Gr увеличивается интенсивность теплопереноса, образуются локальные вихри, увеличивается скорость течения, температура потока увеличивается. При этом при $Gr = 10^8$ имеет место более равномерное распределение температуры по всей полости, что свидетельствует о смене режима течения.

В случае использования системы вентиляции расход воздуха внутри КШТ для некоторых установок варьируется в пределах $10-12 \text{ м}^3/\text{с}$, что достаточно энергозатратно [2]. Кроме того, охлаждающий воздух не может подаваться вдоль оси ГТУ и равно-

мерно обтекать ее поверхность, что приводит к неравномерному распределению охладителя и приводит появлению застойных зон, что приводит к повышению температуры в этих областях и неравномерности радиальных зазоров по окружности турбины, ухудшающей характеристики ГТУ [3].

При эксплуатации ГПА имеют место режимы работы с кратковременными отключениями системы охлаждения ГТУ при переключении вентиляторов на источник бесперебойного питания. Прекращение подачи охлаждающего воздуха под кожух ГТУ при продолжении работы двигателя приводит существенное увеличение температуры воздуха в отсеке, температура вокруг двигателя распределяется неравномерно и разница может составлять выше 150 К [3].

Еще одним способом тепловой защиты является применение тепловой изоляции – использование материалов с малой теплопроводностью. В работе [4] проведено исследование по оценке эффективности тепловой изоляции корпуса конвертированного ГТД и её влияния на тепловое состояние оборудования в отсеке турбокомпрессорного агрегата. По результатам расчётных исследований было выявлено, что при использовании изоляции температура корпуса двигателя над рабочим колесом первой ступени СТ достигает 610°C (без изоляции в этом же месте 570°C), а максимальная температура достигает 630°C. Увеличение температуры корпуса ГТД ведёт к дополнительному тепловому расширению и, как следствие, к увеличению радиальных зазоров. Это ведёт к ухудшению характеристик двигателя.

В КАИ предложен способ тепловой защиты экранированием, которая рассмотрена в работе [5]. Здесь холодный воздух подводится в верхнюю прослойку (ресивер) и, проходя по поровым каналам пористого экрана, попадает в горячую прослойку, образуя воздушную завесу. Далее из горячей зоны воздух эвакуируется в выходной канал. Полученные результаты подтвердили высокую эффективность организации тепловой защиты вдувом воздуха через пористый экран. Данный способ является достаточно экономичным с точки зрения затрат охладителя.

Заключение

Обзор литературы по исследования в области тепловой защиты показали, что, при использовании таких способов организации тепловой защиты, как вентиляция и тепловая изоляция, возникает ряд проблем: при использовании вентиляции – образование рециркуляционных зон и неравномерность охлаждения по радиусу корпуса двигателя, при использовании тепловой изоляции – увеличение радиальных зазоров. Учитывая данные проблем при применении названных способов увеличивает трудоёмкость, поэтому наиболее приемлемым способом является тепловая защита экранированием, что подтверждается работами [5-6]. Однако выбор наиболее оптимального и экономичного способа тепловой защиты остаётся актуальной проблемой.

Библиографический список

1. Месропян А.В., Мухаметзянова И.И. Численное моделирование газодинамики и тепломассопереноса в системе охлаждения бокса ГТД / Вестник УГАТУ, Т.14, №1 (36), г. Уфа, 2010. С. 25-31.
2. Капралов Д.А. ГТЭС-24: электроэнергия для нефтегазового месторождения / Ж. Турбины и Дизели, г. Пермь, сентябрь-октябрь 2005.
3. Чарнцев Д.А. «Исследование газодинамических характеристик шумотеплоизолирующего кожуха газотурбинной установки газоперекачивающего агрегата. С. 70-73
4. Кирилад Е.И., Костюк В.Е. Обеспечение теплового состояния оборудования турбокомпрессорного агрегата теплоизоляцией газотурбинного двигателя. // Ж. Технологический аудит и резервы производства - №3/1(23), 2015. С. 18-21.
5. Гимбицкий А.В., Гильфанов Р.Н., Дезидерьев С.Г., Каримова А.Г. Влияние способа тепловой защиты на температурное состояние экрана и оболочки / Изв. ВУЗов «Авиационная техника», 2015. №4, С. 60-62.
6. Гимбицкий А.В., Каримова А.Г., Дезидерьев С.Г., Тагиров М.А. Влияние различных факторов на систему тепловой защиты экранированием при создании воздушной завесы /Труды Академэнерго, 2016. №1. С.31-41.